

ゴムチップをコンクリートに混合した騒音防止用遮音板の開発

02A3709 小祿 康二

02A3708 大土 潤也

指導教員 高山 俊一・片山 正敏

1. はじめに

年々増加する廃タイヤを有効利用するため、廃タイヤから切削したひじき状のゴムチップをコンクリートに混合し、道路交通騒音の低減用として遮音板の開発を行った。交通騒音の低減・防止に車両の廃タイヤを利用する点が本研究の特徴であると考ええる。また、普通コンクリートにゴムチップを混合することによって、コンクリートが多孔質になるためポーラスコンクリートとなり、その点での吸音性も期待できるものと考ええる。そこで、騒音の吸音性および遮音性を測定するために箱型コンクリート板を7種類(普通コンクリート、ポーラスコンクリート、ゴムチップ混合コンクリート20%・30%、2層ポーラスコンクリート、2層ゴムチップ混合コンクリート20%・30%)製作し、騒音の低減効果に及ぼすゴムチップの効果を検証したものである。

表-1 実験方法

シリーズ	実験項目
1	予備実験 騒音計の補正のための試験
2	垂直入射吸音率の測定 (JIS A 1405) ・箱型コンクリート板による音の低減率の測定(塩ビ管) 騒音レベル104.7dBおよび騒音レベル96.6dBで測定 (外側寸法:430×340×1000mm 内側寸法:250×250×910mm) 普通コンクリート厚さ:90mm ポーラス・ゴムチップ20%・30%の厚さ:50mm 2層の普通コンクリート:40mm
3	・箱型コンクリート板による音の低減率の測定(鋼管) 騒音レベル104.7dBで測定 鋼管を内部まで挿入

2. 試験概要

2.1 実験方法

表-1 に実験方法および実験順序を示す。まずシリーズ1では騒音計による予備実験を行なった。4個の騒音計(N L-05:リオン(株)製)を使用し、各々の騒音計の誤差の程度を調べた。

シリーズ2では、箱型コンクリート板(外側寸法:430×340×1000mm, 内側寸法:250×250×910mm, 厚さ:90mm)を製作し、音源から吸音板に塩化ビニール管(φ48mm, 厚さ:4mm, 長さ:135mm)を通して伝播するように試験を行った。その場合、最大騒音レベルは 104.7dB

および 96.6dB の2種類とした。2層コンクリート板はポーラスコンクリートおよびゴムチップ混合コンクリート 20%・30%と普通コンクリートを別々に造り、実験を実施するときに重ねて使用するようにした。図-1はゴムチップおよびポーラスの上に普通コンクリート板を重ねた2層板の実験状況である。コンクリート自体の吸音性を調べるために、φ10×10cmの鋼管を利用し、垂直入射吸音率測定のため試験体を7種類(普通コンクリート、ポーラスコンクリート、ゴムチップ混合コンクリート 20%・30%、2層ポーラスコンクリート、2層ゴムチップ混合コンクリート 20%・30%)を製作した。この場合、コンクリートを重ねる2層コンクリート板の上部 60mm(ポーラス又はゴムチップ混合コンクリート 20%・30%)、下部 40mm(普通コンクリート)で製作した。

シリーズ3では、シリーズ2と実験配置は同様で、塩化ビニール管を鋼管(φ43mm, 厚さ:2.2mm, 長さ:160mm)に替え、騒音計B点の有無によって騒音の変化の測定を行なった。表-2にコンクリートの配合を示す。ポーラスコンクリートおよびゴムチップ混合コンクリートの水セメント比は30%とし、空隙率は20%とした。ま

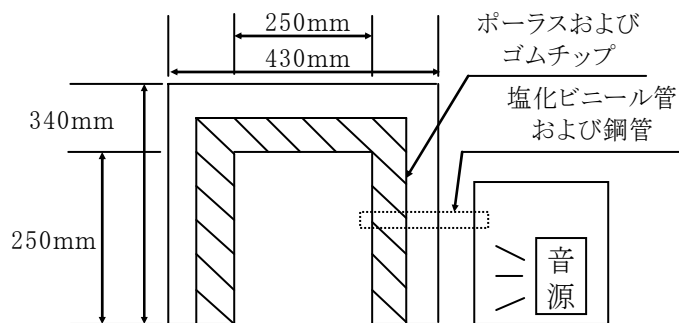
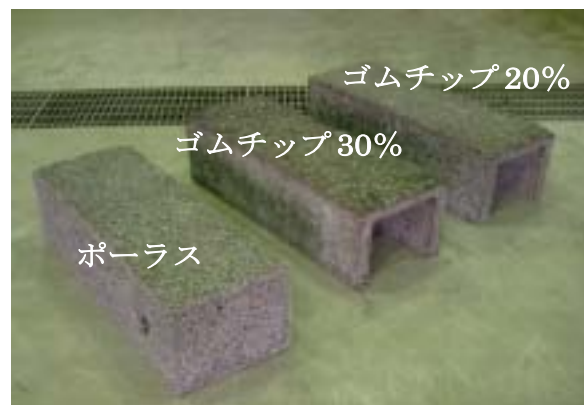


図-1 2層板の実験状況



写-1 ポーラスおよびゴムチップ混合コンクリート20%・30%の種類

た、ゴムチップ(密度 1.1g/cm³)の混合量は容積比で 20%および 30%である。写-1 にポーラスおよびゴムチップ 20%・30%の吸音板を示す。写真からポーラスおよびゴムチップ混合コンクリートの表面が、凹凸であることが分かる。

2.2 音の測定方法

音の発生用音源として、カセットレコーダー (SHARP, 型番:SD-FX200)の DVD に録音した音を利用した。音の測定には普通騒音計を使用し、最大騒音レベル(Lmax)を求めた。音源は鋼材の打撃音で、約 104.7dB であった。音の測定時間は1回 10秒として、測定回数は10回行ない、平均値及び変動係数を求めた。音の拡散を小さくするために、音源を合板で囲み塩化ビニール管および鋼管によってのみ伝播するように努めた。箱型の試験体の奥の方から入った音は、箱内の壁に反射しながら開放口へ伝播するものと考え。音が壁に反射する場合、内壁の性質すなわち、内壁の硬さや空隙率などの性質によって音は吸音、遮音されるものと判断した。図-2 に試験体および騒音計の位置を示す。騒音計 B 点は音の伝播を妨げないように、コンクリート床に直接置いた。騒音計 C および D 点は高さ 200mmの位置で測定した。写-2 に実験状況を示す。

2.3 斜入射吸音率測定法

垂直入射吸音率の測定には JIS A 1405「管内法による建築材料の垂直入射吸音測定方法」に従って行った。音響管の一端の軸方向に垂直に固定された供試体に、スピーカーから 100～2000Hzまでの 1/3 オクターブ間隔の周波数の正弦平面波を送ると、入射波と供試体による反射波との間に干渉が生じ、このときの入射波と反射波の音圧振幅の極大値と極小値の比から入射吸音率を求めることができる。

3. 結果および考察

3.1 コンクリートの諸性質

表-3 に箱型コンクリート板に使用したコンクリートの諸性質を示す。単位質量は普通コンクリートが 2.33g/cm³で、ゴムチップ混合コンクリートは普通コンクリートの約 65%～75%である。普通コンクリートの圧縮強度は約 30N/mm²であるが、ゴムチップ混合コンクリートの圧縮強度は、わずか 5.1N/mm²および 1.8N/mm²の強度の小さいコンクリートであった。弾性係数は、圧縮強度と同じ傾向を示している。また、円柱供試体(φ 12.5×25cm)によって測定した空隙率は、ポーラスコ

表-2 箱型コンクリートの配合

コンクリートの種類	水セメント比 (%)	空気量・空隙率	単位量(kg/m ³)						
			W	C	粗骨材(大)	粗骨材(小)	ゴムチップ	石灰石 砕砂	AE減水剤
普通	55	4	148	269	1064	—	—	866	0.807
ポーラス	30	20	90	300	—	1586	—	—	0.900
ゴム20%			115	383	—	987	220	—	1.150
ゴム30%			—	—	—	715	330	—	1.150

※粗骨材(大)の最大寸法:20mm 粗骨材(小)最大寸法:13mm

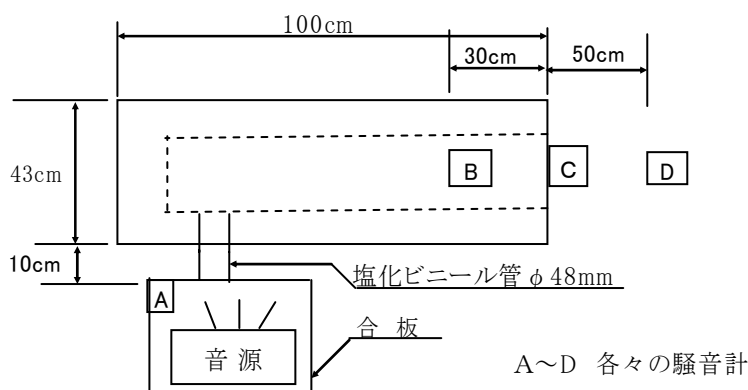


図-2 箱型コンクリート板の試験体および騒音計の位置



写-2 実験状況

表-3 箱型コンクリート板の性質

コンクリートの種類	単位質量(g/cm ³)	圧縮強度(N/mm ²)	弾性係数(10 ⁴ N/mm ²)	空隙率 (%)
普通	2.33	29.4	3.18	—
ポーラス	2.02	20.8	2.18	20.9
ゴム20%	1.78	5.1	0.50	24.3
ゴム30%	1.54	1.8	0.29	25.0

ンクリートが約 20%で、ゴムチップ混合コンクリート 20%・30%が約 25%であり、設計した値とほぼ同じ程度であった。

3.2 最大騒音 104.7dB の箱型コンクリート吸音板による低減効果

図-3 および図-4 に最大騒音 104.7dB での箱型コンクリート吸音板の低減効果を示す。図の縦軸の騒音レベルの比率は、音源約 104.7dB を 100%と換算した数値である。受音点 A は音源に接近し、受音点 B は箱型コンクリート板の中の反射音を測定したものである。また受音点 C は、伝播した音がコンクリート板から出た直後を測定したものである。受音点 B での普通コンクリート板の騒音レベルは 90%であり、最も大きく音の減少が小さいことが分かる。他のコンクリートの場合は、騒音レベルが 80%以下であるため音の減少が著しかったものとする。受音点 B および C で最小の騒音レベルは、2 層ゴムチップ混合コンクリート 30%およびゴムチップ混合コンクリート 30%であった。全ての変動係数は 1.0%以下であったため、ほぼ一定の測定値がばらつきもなく測定できたものだと考える。

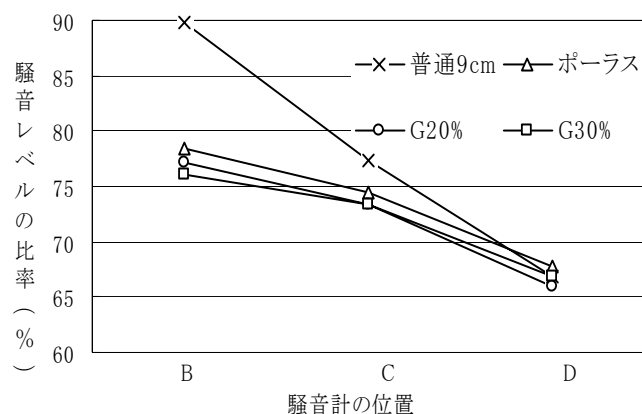


図-3 1層板の低減効果
(最大騒音レベル104.7dB, 塩化ビニール管使用)

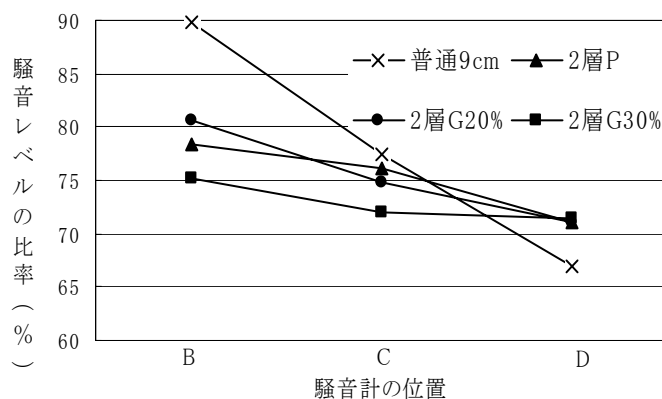


図-4 2層板の低減効果
(最大騒音レベル104.7dB, 塩化ビニール管使用)

3.3 最大騒音 96.6dB の箱型コンクリート吸音板による低減効果

図-5 および図-6 に最大騒音 96.6dB の箱型コンクリート吸音板の低減効果を示す。この場合でも、普通コンクリートの騒音計 B および騒音計 C の騒音レベルは大きくなる傾向が見られた。また、最小の騒音レベルは、2 層ゴムチップ混合コンクリート 30%であった。全体的な騒音レベルの減少傾向は、図-3 および図-4 に類似している。1 層板は、板の厚さが 50mmであり、騒音の何%かは空隙から外に拡散することも考えられる。しかし、2 層板は、ゴムチップ混合コンクリートの外側に普通コンクリート(厚さ:40mm)に覆われているためコンクリートからの拡散は小さいものとする。そこで、ゴムチップ混合およびポーラス板の場合、音の強さとしては残っているために、図-5 および図-6 での D 点の騒音が大きくなったものとする。

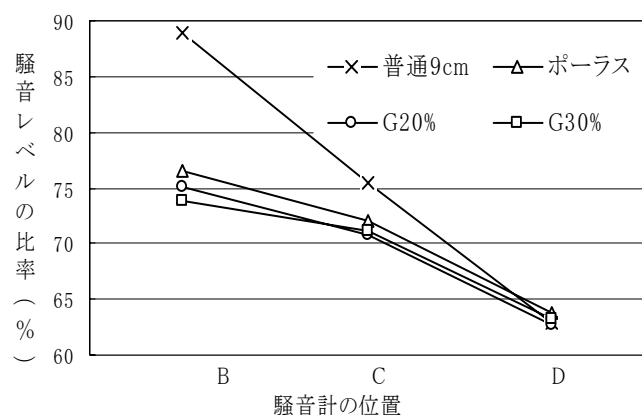


図-5 1層板の低減効果
(最大騒音レベル96.6dB, 塩化ビニール管使用)

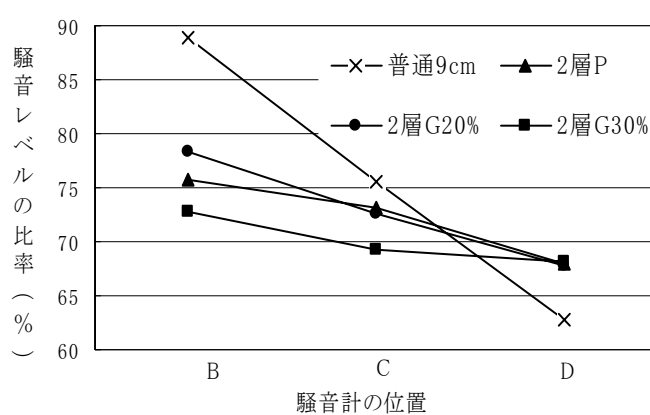


図-6 2層板の低減効果
(最大騒音レベル96.6dB, 塩化ビニール管使用)

3.4 鋼管 (φ 43mm) を箱の内部まで挿入した場合の低減効果

図-7 および図-8 に鋼管を使用した場合の、箱型コンクリート板の低減効果を示す。図-7 によると、1 層コンクリートの

騒音レベルに比べ、2層板のB、CおよびD点で、若干ではあるが小さくなっている。普通コンクリート板での騒音レベルは、B および C 点で他の場合に比べて大きい、D 点すなわち箱から離れると騒音レベルが著しく減少している。全体的な傾向は、塩化ビニール管の場合と類似している。

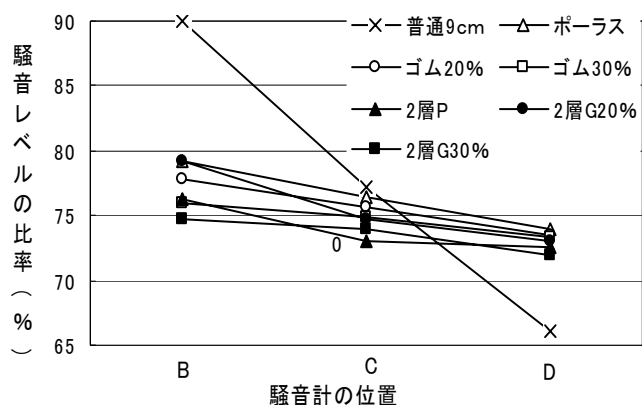


図-7 鋼管使用・騒音計B点(有)

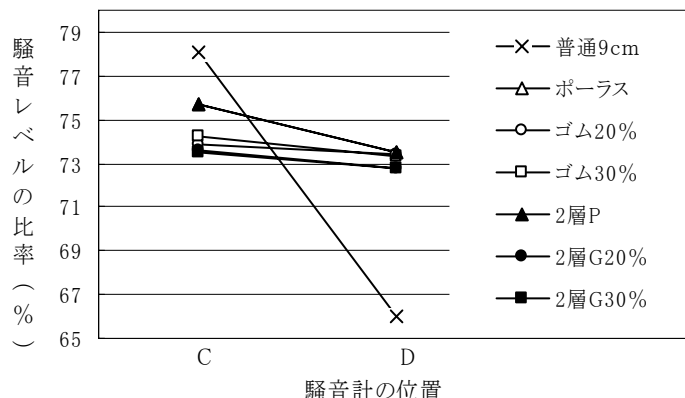


図-8 鋼管使用・騒音計B点(無)

3.4 垂直入射吸音率とコンクリートの種類

図-9 および図-10 にコンクリートの種類と垂直入射吸音率の関係を示す。普通コンクリートの吸音率は最大で 30% であり、周波数の増大とともに減少している。ポーラスコンクリートの吸音率は、500Hz で約 100%と高い値を示している。ポーラスコンクリート+普通コンクリートの2層板での吸音率は周波数 1250Hz で約 80%を示している。ゴムチップ混合コンクリートの吸音率は、周波数 400Hz でゴムチップ 20%が約 85%、ゴムチップ 30%が約 95%を示した。ゴムチップコンクリート+普通コンクリートの2層板での吸音率は約 800Hz でゴムチップ 20%が約 97%、ゴムチップ 30%が約 80%をそれぞれ示した。2層板にすることによって吸音率のピークが高い周波数に移動している。

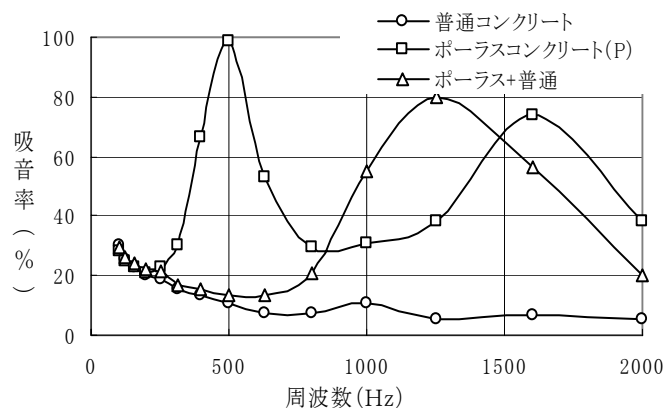


図-9 垂直入射吸音率の測定結果

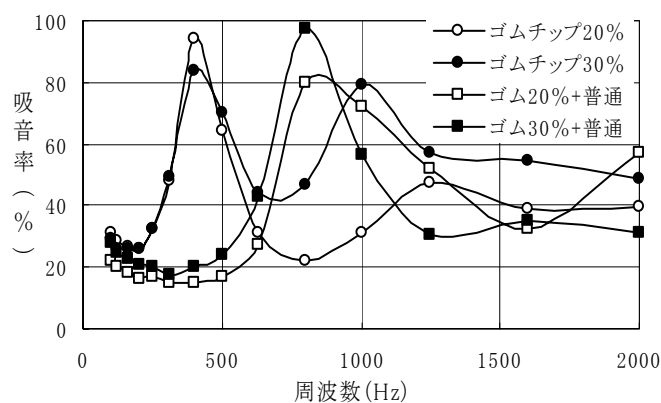


図-10 垂直入射吸音率の測定結果

4.まとめ

本研究から得られたことをまとめて下記に示す。

- (1) 最大騒音 104.7dB での箱型コンクリート板では、ゴムチップコンクリート 30%と2層ゴムチップ混合コンクリート 30% の場合が、箱の中および出口直後において特に騒音レベルの減少が認められた。
- (2) 最大騒音 96.6dB での箱型コンクリート板では、最大騒音レベル 104.7dB と同じ傾向を示した。
- (3) 鋼管(φ 43mm)に替えての試験では、塩化ビニール管での騒音レベルの減少傾向に類似した状況であった。
- (4) 垂直入射吸音率測定で、ポーラスコンクリートが周波数 500Hz で、2層ゴムチップ混合コンクリートが周波数約 800Hz で音の吸音性に優れている。

垂直入射吸音率の測定に、御協力戴いた宮崎大学の中澤隆雄先生に深謝致します。